

## Review of Master's Thesis

**Student:** Turcel Matej, Bc.  
**Title:** Minimization of Counting Automata (id 24072)  
**Reviewer:** Vojnar Tomáš, prof. Ing., Ph.D., DITS FIT BUT

- 1. Assignment complexity** **considerably demanding assignment**  
Vysoká náročnost zadání je dána tím, že vyžaduje práci s dosti netriviálním typem automatů, a to metodami, jež jsou poměrně náročné i u běžných konečných automatů. Práce vyžadovala nejen nastudování řady náročných výzkumných článků, ale také vlastní originální základní výzkum v dané oblasti.
- 2. Completeness of assignment requirements** **assignment fulfilled**  
Zadání práce bylo zcela jednoznačně splněno. Snaha studenta o alespoň náznak formálních důkazů některých navržených originálních a značně komplexních konstrukcí jde dle mého názoru již do jisté míry nad rámec zadání.
- 3. Length of technical report** **exceeds requirements**  
Práce jde mírně nad rámec běžného rozsahu diplomové práce, zvláště zohledníme-li množství formálních zápisů v práci přítomných. Veškerý obsah práce je však relevantní.
- 4. Presentation level of technical report** **90 p. (A)**  
Práce má velmi logickou strukturu. Jednotlivé části na sebe výborně navazují. Složitě technické popisy jsou vhodně doplněny příklady. Vysoce oceňuji přesnou formalizaci diskutovaných konceptů, včetně těch autorem originálně navržených. Nebyl jsem sice schopen z časových důvodů projít zcela do detailu všechny konstrukce, ale v těch, které jsem detailně prošel, jsem našel jen velmi malý počet možných drobnějších omylů (viz např. opomenutí závorek u n-tic v bodě (c) na str. 63), což je samo o sobě při komplexnosti práce hodno ocenění. Text je přitom - až na několik pasáží (např. str. 24 či str. 36, Assumption 3.5.1 a okolí) - poměrně dobře čitelný.
- 5. Formal aspects of technical report** **95 p. (A)**  
Až na několik drobností je typografická stránka práce bez problémů. Práce je psána anglicky, a to velmi pěknou angličtinou s minimem překlepů a drobnějších chyb (např. "viz.", psané chybně i v kontextu češtiny, je zde používáno v anglicky psaném textu - toto je ale spíše úsměvná kritika).
- 6. Literature usage** **100 p. (A)**  
Student byl evidentně schopen nastudovat a aplikovat značný počet opravdu náročných výzkumných textů relevantních pro jeho práci.
- 7. Implementation results** **90 p. (A)**  
Realizační dílo vytvořené v práci daného typu má charakter prototypu běžně používaného v plnohodnotných výzkumných pracích k experimentální evaluaci nově navržených myšlenek. Student úspěšně zvládl jím navržené komplexní přístupy implementovat, a to s využitím pokročilých nástrojů a knihoven, jako je knihovna pro práci se symbolickými automaty firmy Microsoft, její prototypová nadstavba pro práci s automaty s omezenými čítači či SMT řešič Z3. Pomocí vytvořeného prototypu provedl sadu experimentů ověřujících vlastnosti jím navržených technik. Úspěšnost těchto technik není pravda aktuálně na dostupných případových studiích v průměru příliš velká, nicméně v některých případech je opravdu nadějná. Je přitom zapotřebí vnímat také to, že se jedná opravdu o výzkumnou práci a uvedený výsledek se nedá předem předvídat.
- 8. Utilizability of results**  
Práce přichází s několika originálními přínosy v oblasti formálních metod. Patří mezi ně nový koncept parametrické simulace pro automaty s omezenými čítači, diskuse jeho různých vlastností a originální algoritmy pro výpočet daného typu simulací a pro redukci automatů s omezenými čítači pomocí nich. Uvedené výsledky se mohou po dopracování opravdu stát základem článku na kvalitní mezinárodní konferenci.
- 9. Questions for defence**
  1. Mohl byste charakterizovat blíže automat s omezenými čítači (a regulární výraz, ze kterého původně vznikl), na kterém jste dosáhl Vámi zmiňované nejlepší procentuální redukce (82 % na str. 67)?
  2. Je vždy simulační redukce procentuálně ostře lepší než bisimulační, jak uvádíte na straně 66?
  3. Neměla by na str. 27 v bodě 2(b) ve větě "We thus also require that..." být použita inverze beta s apostrofem?
  4. Je použití Exit1 na straně 30 v bodě (II)4(a) správně?
- 10. Total assessment** **95 p. excellent (A)**  
S ohledem na vše výše uvedené - tedy na velkou obtížnost zadání, dosažení netriviálních vlastních poznatků, přesný formální popis a celkově kvalitní zpracování textu - navrhuji hodnocení stupněm A. Tento stupeň navrhuji,

přestože práce nebyla dosud publikována, ale je opravdu solidním základem pro možnou kvalitní výzkumnou publikaci v budoucnu.

In Brno 9 June 2021

Vojnar Tomáš, prof. Ing., Ph.D.  
reviewer